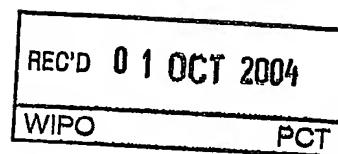


BEST AVAILABLE COPY



# Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2003 01374  
Date of filing: 22 September 2003  
Applicant: Lars Christian Wulff Zimmermann  
(Name and address) Højgårdsparken 18  
8380 Thrige  
Denmark

Title: Kredsløb med to-trins kapillarrørsdrøvling og kølemiddelbeholder

IPC: F 25 B 41/06

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.



Patent- og Varemærkestyrelsen  
Økonomi- og Erhvervsministeriet

29 September 2004

  
Susanne Morsing

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

- Ansøgningen omhandler et kølekredsløb med kompressor, kondensator, fordamper, to kapillarrør og en kølemiddelbeholder med varmeveksler. Kølemidlet kapillarrørdrøves fra kondensator til kølemiddelbeholder, hvor varmeoverskuddet fjernes via varmeveksleren, og videre fra kølemiddelbeholder til fordamper. Trykforskellen mellem kondensator og fordamper fordeles således over de to kapillarrør og trykket i beholderen "svæver" et sted der imellem - styret af varmeveksleren.

- Et sådan kredsløb er kendt fra patentskrift DK174179, hvor det tilstræbes at skabe termodynamisk ligevægt mellem damp og væske i kølemiddelbeholderen.
- 10 Når væsken drøves fra kondensatoren tilfører den beholderen et varmeoverskud i form af damp, som presser trykket - og dermed temperaturen - opad. Sugegassen køler dampene i beholderen, hvilket trækker temperaturen - og dermed trykket - nedad. Trykket drives mod et ligevægtspunkt, hvor væskens varmeoverskud er lig sugegassens kølende effekt. Ved ligevægt gælder ligningen R1:

$$R1: \quad CP_{\text{væske}} * (T_{\text{kondensator}} - T_{\text{beholder}}) = CP_{\text{gas}} * (T_{\text{beholder}} - T_{\text{fordamper}}) + RT * Y$$

- 15 hvor

$CP$  er kølemidlets varmekapacitet. Indeks angiver på gas- eller væskeform

$RT$  er kølemidlets fordampningsvarme

$Y$  er mængden af kølemiddel på væskeform ved fordamperafgangen.

- 20 Hovedformålet med kredsløbet er at oversvømme fordamperen, hvilket forudsætter at  $Y$  er større end nul, som indsættes i R1:

$$R1 \wedge (Y > 0) \Rightarrow CP_{\text{væske}} * (T_{\text{kondensator}} - T_{\text{beholder}}) > CP_{\text{gas}} * (T_{\text{beholder}} - T_{\text{fordamper}}) \Leftrightarrow$$

$$R2: \quad (T_{\text{beholder}} - T_{\text{fordamper}}) < (CP_{\text{væske}} / CP_{\text{gas}}) * (T_{\text{kondensator}} - T_{\text{beholder}})$$

- Relationen R2 lægger en begrænsning på, hvor stor en del af det samlede trykfald, der må ligge mellem beholder og fordamper. Det er den samme trykforskel, der bestemmer temperaturdifferencen over varmeveksleren og den skal derfor helst være så stor som muligt for at begrænse varmevekslerens hedeflade.

- Væsken i kølemiddelbeholderen er varmere end fordamperen og vil, hvis det drøves direkte til fordamperen, koge i kapillarrøret. I patentskrift DK174179 er det problem løst med en SelvKøleDyse, der består af et kapillarrør med varmeveksling mellem kølemidlet på vej til kapillarrøret og kølemidlet på vej fra kapillarrøret. Med den metode overføres varmen til fordamperen - udenom kapillarrøret. Den SelvKøleDyse er universel, ved at den ikke er afhængig af ekstern køling - men den kræver en særskilt varmeveksler.

- 35 Små fryser og køleskab fremstilles i stort antal og sælges til meget lave priser og på det marked er regulatoren i patentskrift DK174179 for kompliceret og for dyr. Opfindelsen er mere enkel, lettere at montere og billigere at producere.
- Opfindelsen adskiller sig fra DK174179 ved at varmen fra væsken i kølemiddelbeholderen, overføres til sugegassen i stedet for til fordampertilgangen. Det er en energimæssig fordel og ved fremstilling til små anlæg betyder det en væsentlig

reduktion af fremstillingsprisen. Drøvlingen foregår gennem en rørformet beholder med et kapillarrør i hver ende. Væsken drøvles fra kondensator til toppen af beholderen og videre fra bunden af beholderen til fordamperen. Sugeledningen placeres i termisk kontakt med den rørformede beholder, orienteret således at sugegassen passerer nedefra og opad. Det danner en modstrømsvarmeveksler, hvor væsken i bunden af beholderen underkøles til (tæt på) fordampertemperaturen og sugegassen opvarmes til (tæt på) beholdertemperaturen. Ved ligevægt er relation R3 opfyldt:

$$R3: CP_{væske} * (T_{kondensator} - T_{fordamper}) = CP_{gas} * (T_{beholder} - T_{fordamper}) + RT * Y$$

Fordamperen ønskes oversvømmet, og Y er derfor større end nul, som indsættes i R3:

$$R3 \wedge (Y > 0) \Rightarrow CP_{væske} * (T_{kondensator} - T_{fordamper}) > CP_{gas} * (T_{beholder} - T_{fordamper}) \Leftrightarrow$$

$$R4: (T_{beholder} - T_{fordamper}) < (CP_{væske} / CP_{gas}) * (T_{kondensator} - T_{fordamper})$$

Varmekapaciteten for væske er altid større end for damp, som indsættes i R4:

$$R4 \wedge (CP_{væske} / CP_{gas}) > 1 \Rightarrow (T_{beholder} - T_{fordamper}) < (T_{kondensator} - T_{fordamper}) \Leftrightarrow$$

$$R5: T_{beholder} < T_{kondensator}$$

10

Relationerne R3-R5 viser at fordamperen vil være oversvømmet når blot beholdertemperaturen er lavere end kondensatortemperaturen. Der er altså ikke den samme begrænsning på beholdertemperaturen, som ved ligning R2. Det betyder at beholdertemperaturen kan vælges højere og varmevekslerens hedeplate kan reduceres tilsvarende.

15

Fordi væsken underkøles i kølemiddelbeholderen, kan det drøvles direkte til fordamperen uden yderlige køling, men det forudsætter at sugegassen altid indeholder flydende kølemiddel, og dermed har den nødvendige kølende effekt på beholderen. Det vil altid være tilfældet når følgende 3 punkter er opfyldt:

20

1. R5 sikrer at fordamperen er oversvømmet når termisk ligevægt i beholderen er opnået
2. Fordamperen skal have tilgang i bunden, så hele kølemiddelfyldningen samles i bunden af fordamperen under stilstand. Herved sikres at fordamperen er oversvømmet straks når kompressoren starter.
3. Kølemiddelfyldningen skal være så stor at anlægget aldrig mangler kølemiddel.

25

#### Figurforklaring:

Figur 1 viser en skitse af et lille, kapillarrørsdrøvlet køleanlæg, med termisk kontakt mellem kapillarrør og sugeledning.

30

A: kompressor, B: fordamper, C: væskeledning, D: tørrefilter, E: Kondensator, F: isoleret kapillarrør, G: sugeledning og kapillarrør i termisk kontakt.

Figur 2 viser opfindelsen, der kun adskiller sig fra figur 1 ved den rørformede kølemiddelbeholder, som erstatter et stykke af kapillarrøret.

35

A: kompressor, B: fordamper, C: væskeledning, D: tørrefilter, E: Kondensator, F: isoleret kapillarrør, G: kølemiddelbeholder i termisk kontakt med sugeledningen, H, isoleret kapillarrør, I: sugeledning og kapillarrør i termisk kontakt.

Fabrikanter af husholdningsfrysere og køleskabe bruger som regel kapillarrør i termisk kontakt med sugeledningen til drøvling, som vist på figur 1. Det medfører at sugegassen bliver meget varm, hvilket har to fordele: for det første overføres maksimal varmeenergi fra væske til sugegas, hvilket (for de fleste kølemidler) hæver COP'en, for det andet forhindrer det kondens på sugeledningen, hvilket ellers kan forårsage vandskader bag køleskabe og fryser.

Med opfindelsen kan opnås det samme, blot ved at etablere termisk kontakt mellem sugeledningen og kapillarrøret som forbinder kondensator og beholder. Figur 2 viser placeringen. Den termiske kontakt kan for eksempel etableres ved tinlodning eller med krympeflex.

#### Komponent liste:

Regulatoren består af fire dele. Til en fryser med køleeffekt på 100Watt er følgende dimensioner passende. Udregningerne vises detaljeret i næste afsnit..

1. Sugeledning: et 1/4" rør på cirka 1 meter
2. Væskebeholder: et rør med diameter 22mm og længde 50cm.
3. 2 stk. kapillarrør: 0,7 mm x 900mm.

#### Beregning af komponenternes størrelse:

Som eksempel er valgt en husholdningsfryser med kompressor NLY9KK fra Danfoss, og beholdertrykket er valgt til 10C. Beregnet for kølemidlet R600A. Ifølge databladet er køleeffekten 100Watt ved +30C/-30C (kondensatortemperatur/fordampertemperatur) og massestrømmen 1,37kg/time, hvilket svarer til:

$$\text{Flow} = 0,34\text{gram/sek.}$$

Der er tre varmemængder, der skal overføres til sugegassen:

1. fra kapillarrør til sugeledning overføres:  

$$Q_{\text{kap}} = \text{Flow} \times C_{p\text{gas}} \times 20K = 0,34\text{gram/sek} \times 1,7\text{J/g/K} \times 20K = 12 \text{ W}$$
2. Fra dampen i beholderens top overføres;  

$$Q_{\text{damp}} = \text{Flow} \times C_{p\text{væske}} \times 20K - Q_{\text{kap}} = 0,34\text{gram/sek} \times 2,3\text{J/g/K} \times 20K - 12 \text{ W} = 16\text{W} - 12\text{W} = 4\text{W}$$
3. Fra væske i beholderens bund overføres:  

$$Q_{\text{væske}} = \text{Flow} \times C_{p\text{væske}} \times 40K = 0,34\text{gram/sek} \times 2,3\text{J/g/K} \times 40K = 31 \text{ W}$$

En varmeveksler kan overføre varmemængden:

$$Q = U \times A \times \text{LMTD}$$

hvor

- U er varmegennemgangstal
- A: er hedepladens areal
- dT: er gennemsnitlige temperaturdifferens over varmeveksleren

For en rørveksler som denne er:

$$U = 0,1 \text{ W/cm}^2 / \text{K}$$

- Varmevekslingen sker i modstrøm og det bedste udtryk for den gennemsnitlige temperatur differens er, som vist mange steder i litteraturen:

$$dT = \text{LMTD} = (dT_1 - dT_2) / \ln(dT_1/dT_2).$$

hvor  $dT_1$  og  $dT_2$  er de to mediers temperaturdifferens henholdsvis før og efter varmevekslingen. I alle udregning af LMTD antages det at slut temperaturdifferensen er en grad. Det vil sige:  $dT_2 = 1\text{K}$ .

5

Flaskehalsen ved varmeovergangen er sugelednings indvendige overflade, og i det følgende beregnes mindstekravet til dette areal.

Ved en omskrivning fås:  $A = Q/(U * \text{LMTD})$  og sugelednings mindste areal beregnes:

1. Ved kapillarrøret:

$$10 \quad A_{\text{kap}} = Q_{\text{kap}} / (U \times \text{LMTD}) = 12\text{W} / (0,1\text{Watt/cm}^2/\text{K} \times 7\text{K}) = 17\text{ cm}^2$$

Et 1/4" rør har et indvendigt areal på  $150\text{ cm}^2/\text{m}$ , så kapillarrøret skal have kontakt med sugeledningen over mindst:  $17\text{ cm}^2 / 150\text{ cm}^2/\text{m} = 12\text{ cm}$ .

2. Ved kondensering af damp:

$$15 \quad A_{\text{damp}} = Q_{\text{damp}} / (U \times \text{LMTD}) = 4\text{W} / (0,1\text{Watt/cm}^2/\text{K} \times 11\text{K}) = 4\text{ cm}^2$$

Kontakten med sugeledning skal være mindst:  $4\text{ cm}^2 / 150\text{ cm}^2/\text{m} = 3\text{ cm}$

3. Ved køling af væske:

$$A_{\text{væske}} = Q_{\text{væske}} / (U \times \text{LMTD}) = 31\text{W} / (0,1\text{Watt/cm}^2/\text{K} \times 11\text{K}) = 29\text{ cm}^2$$

Kontakten med sugeledning skal være mindst:  $29\text{ cm}^2 / 150\text{ cm}^2/\text{m} = 20\text{ cm}$

20 Udregningerne viser at kapillarrøret som have kontakt til sugeledningen over mindst 12cm og kølemiddelbeholderen skal være i kontakt med sugeledningen over mindst 23cm. Vælges beholderens længde til 50cm er cirka halvdelen af beholderen til rådighed for udsving i kølemiddelfyldningen. Vælges beholderens diameter til 22mm er det samlede volumen 150ml og fyldningen kan svinge cirka 75ml svarende til 45g.

25

Med opfindelsen er skabt en kølemiddelregulator for små anlæg, som kan erstatte det traditionelle kapillarrør. Regulatoren betyder at anlægget fungerer optimalt inden for et meget stort temperaturområde og den kan fremstilles uden væsentlige ekstra omkostninger i forhold til det traditionelle kapillarrør. En sammenligning af figur 1 og

30

figur 2 viser at den eneste forskel er beholderen indskud cirka midt på kapillarrøret.

35

22 SEP. 2003

Patentkrav:

PVS

Krav 1:

5 Kølekredsløb med kompressor, kondensator, fordamper og kølemiddelbeholder, hvor kølemidlet kapillarrørsdrøvles i to trin, først fra kondensator til kølemiddelbeholder og fra kølemiddelbeholder til fordamper og hvor sugegassen varmeveksler med kølemiddeldampe i kølemiddelbeholderen kendetegnet ved at sugegassen først varmeveksler med væske i bunden af kølemiddelbeholderen og derefter varmeveksler med kølemiddeldampe i toppen af kølemiddelbeholderen.

10

Krav 2:

Kølekredsløb ifølge krav 1 kendetegnet ved at sugegassen, efter varmevekslingen beskrevet i krav 1, varmeveksler med kapillarrøret placeret mellem kondensator og kølemiddelbeholder.

15

Modtaget

22 SEP. 2003

PVS

### **Sammendrag**

En kølemiddelregulator bestående af to kapillarrør og en rørformet kølemiddelbeholder, som placeres i termisk kontakt med sugeledningen. Regulatoren danner en robust, hermetisk lukket enhed uden bevægelige dele, den skal aldrig justeres eller serviceres og kan derfor placeres på utilgængelige steder, som for eksempel indkapsles i isoleringsskum.

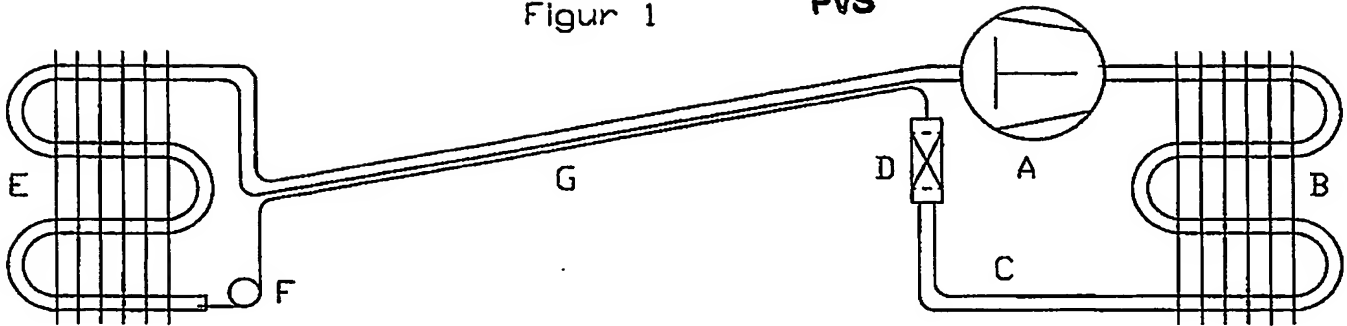
Regulatoren styrer strømmen af kølemiddel til fordamperen ved hjælp af trykket i kølemiddelbeholderen – og trykket i kølemiddelbeholderen styres af behovet for kølemiddel i fordamperen. Denne balance sikrer at fordamperen holdes oversvømmet, og dermed udnyttes 100%, under alle belastningsforhold.

Regulatoren er velegnet til små husholdningsfryser og køleskabe, hvor den uden væsentlige ekstra omkostninger kan erstatte det traditionelle kapillarrør. For disse anlæg betyder det, at de vil fungere optimalt på både varme og kolde lokaliteter og produktionen bliver nemmere ved at det ikke er kritisk med en præcis afvejning af kølemiddelfyldningen, som det er ved kapillarrørsdrift.

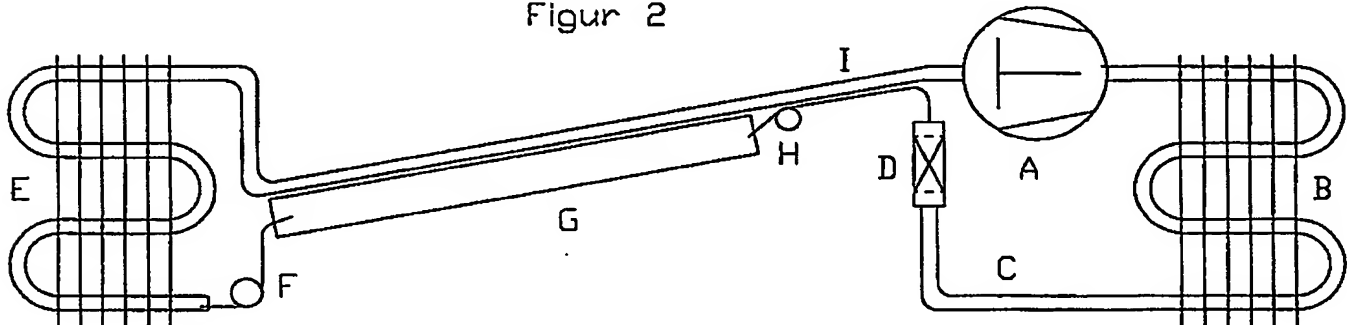
22 SEP. 2003

Figur 1

PVS



Figur 2





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**